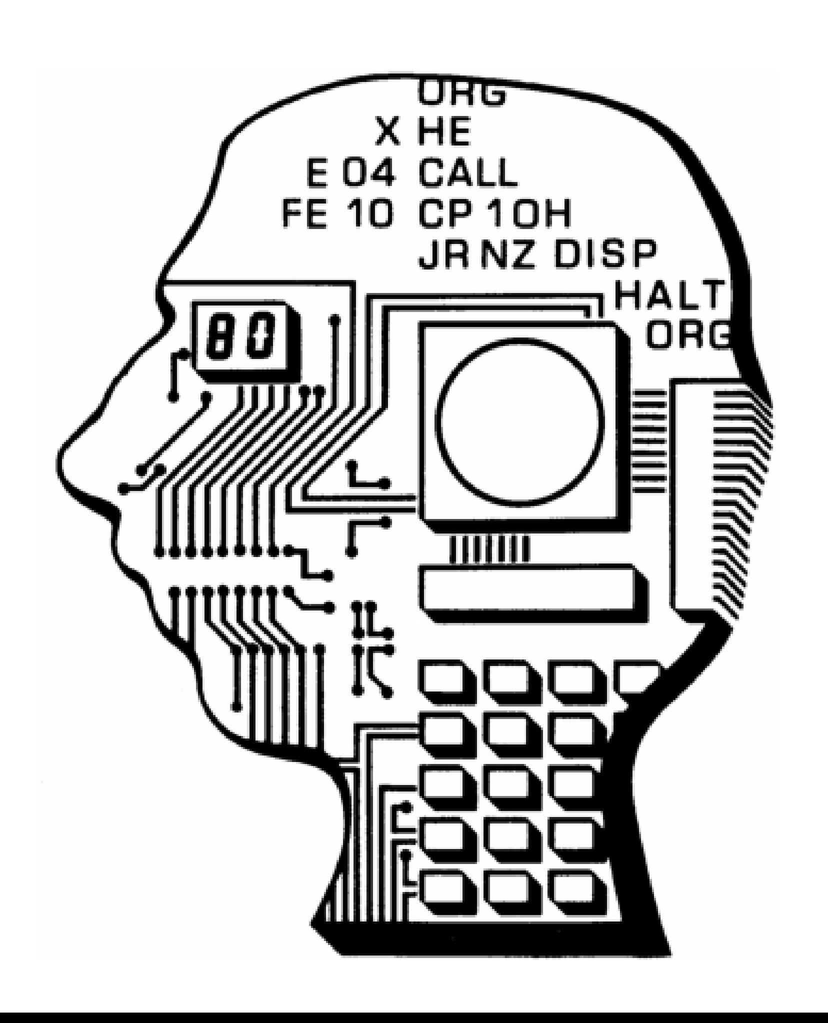


Bedienungsanleitung
LC 80

BEDIENUNGSANLEITUNG

Lerncomputer LC 80

1. Ausgabe November 1984
(incl. Änderungsnachtrag Nr. 1 zur Bedienungsanleitung LC 80)

PDF-Version: Volker Pohlers, 2003

veb mikroelektronik > karl marx < erfurt
Stammbetrieb
DDR- 5010 Erfurt, Rudolfstraße 47 Telefon: 580, Telex: 061306

Inhaltsübersicht

Hinweis
Ist Ihr LC 80 nicht mit zwei ROM's U 505, sondern mit einem 2 KByte-EPROM (z.B. K 573 RF5 o. 2) bestückt, so ändern sich die Startadressen der nachfolgend aufgeführten Unterprogramme. (Siehe S. 58)

0. Einführung

Der Lerncomputer LC 80 ist ein Einkarten-Mikrorechner auf der Basis des Mikroprozessorsystems U 880. Er dient in erster Linie dem gründlichen Kennenlernen der Bausteine und dem Erlernen der Programmierung im Maschinencode.
Darüber hinaus ist er für einfache Steuerungen, Kontrolleinrichtungen usw. einsetzbar.
Der Lerncomputer ermöglicht:

- die Eingabe von Programmen in Maschinensprache
- das Erlernen der Wirkungsweise der 158 Basisbefehle bzw. der über 450 Operationscodes des Mikroprozessors
- das Erlernen der Programmvierung und der Wirkungsweise der Peripheriebausteine PIO(U 855) und CTC(U 857).
- Über zwei Steckverbinder stehen dem Anwender der gesamte CPU-Bus,12 Ein-/Ausgabeleitungen sowie 4 Handshake-Leitungen des PIO und alle 4 Kanäle des CTC zur freien Verfügung. Damit läßt sich der Lerncomputer für einfache Steuerungen und Regelungen unmittelbar oder in zeitlicher Ablaufsteuerung einsetzen.
- In Verbindung mit einer akustischen Ausgabemöglichkeit können mit dem Lerncomputer einfache akustische Signale bzw. musikalische Spiele programmiert werden (z.B. Uhr mit Weckfunktion).
- Die Ausgabe wird durch eine 6stellige 7-Segment-LEDAnzeige realisiert. Neben der eigentlichen Funktion zur Darstellung der Adressen und Daten kann die Anzeige zur Erzeugung von feststehender oder Wanderschrift in 7-Segment-Darstellung sowie für optische Spiele verwendet werden.
- Die Eingabe erfolgt über eine Tastatur mit 25 Tasten, wobei neben den Funktionen auch RESET- und NMI-Signale erzeugt werden können.
- Als externer Speicher kann ein beliebiges Kassetten- oder Spulentonbandgerät angeschlossen werden. Das Laden von Programmen und Daten vom Band wird dabei durch automatisches Aufsuchen des gewünschten Datensatzes und Berech-

nung einer Prüfsumme unterstützt.

1.Kurzbeschreibung

Der LC 80 ist ein Einplatinenrechner auf der Basis des U 880-Systems. Die Programmierung erfolgt in Maschinensprache (U 880-Befehlssatz). Zur Eingabe wird eine Tastatur mit 25 Tasten (16 Hexadezimal-,9 Funktionstasten; Einführung in Zahlensysteme durch Handbuch LC 80) genutzt.
Eine 6stellige 7-Segmentanzeige realisiert die Kommunikation zwischen Gerät und Anwender. Über ein Kassetteninterface kann ein Tonbandgerät angeschlossen werden, wodurch die Ein- und Ausgabe von Programmen ermöglicht wird. Die Stromversorgung muß durch Anschluß eines externen Netzteiles mit 9...12 V Gleich- oder Wechselspannung/0,6...1A realisiert werden. Die Dimensionierung den Netzteiles ist so ausgelegt, daß keine stromziehenden Zusatzschaltungen benutzt werden.
Der LC 80 darf nur im geöffneten Zustand betrieben werden.
Achtung! Der LC 80 darf nur mit einem Netzteil, das den Sicherheitsbestimmungen nach TGL 200-7045 (bzw. IEC) entspricht ,betrieben werden.
Die LED "HALT"(4), (s.Pkt.1.2.) zeigt an, daß der LC 80 bei der Programmabarbeitung einen HALT-Befehl erreicht hat.
Die LED "OUT" (5), (s.Pkt.1.2.) wird bei der programmierten Ausgabe von Tönen parallel zur Hörkapsel angesteuert.
Vor der Arbeit mit dem LC 80 ist es zum besseren Verständnis der Probleme der Mikroprozessorprogrammierung günstig, die Bedienungsanleitung und das zugehörige Handbuch LC 80 zu studieren.

1.1. Technische Kennwerte

1.1.1. Informationseingabe/-ausgabe

Tastatur	25stellig (16 Hexadezimal-,9 Funktionstasten)
Anzeige	6stellige 7-Segmentanzeige
Ein-/Ausgabe funktionen	- Magnetbandinterface mit TB/TA-Anschluß - 12 programmierbare Ein-/Ausgänge, 4 Handshake-Leitungen und 7 CTC-Leitungen - CPU-BUS (ungepuffert)

1.1.2. Funktionen

Bezeichnung	Taste	Funktion
RESET	RES	Unterbrechung der Programmausführung, Rücksetzen in Grundzustand erfolgt erst nach Loslassen der Taste
STORE	ST	Abspeichern von Programmen und Daten auf Magnetband
LOAD	LD	Rückladen von Programmen und Daten vom Magnetband in den Arbeitsspeicher
EXECUTE	EX	START von Anwenderprogrammen sowie der Interfacefunktion
NMI	NM1	Auslösen eines nicht maskierbaren Interrupts zur Programmunterbrechung sowie freien Verwendung im Anwenderprogramm
ADDRESS	ADR	Adress-Eingabe
DATA	DAT	Daten-Eingabe
LAST	-	Übergang zum vorherigen Schritt
NEXT	+	Übergang zum nächsten Schritt

1.1.3. Allgemeine Kennwerte

- eingesetzte Schaltkreise des Mikroprozessorsystems
  - CPU UD 880 D
  - PIO 2x UD 855 D
  - CTC UD 857 D
- realisierter Speicherumfang
  - 2 KByte ROM 2 x U 505 D
  - 1 KByte RAM 2 x U 214 D
- Stromversorgung 9... 12 V AC/DC (aus externem Netzteil)
- Stromaufnahme bei Nennbedingungen und Grundausstattung
  - ≤ 600 mA bei DC
  - ≤ 1000 mA bei AC
- Taktfrequenz 900 kHz ± 50 kHz
- Nennarbeitsbedingungen
  - Umgebungstemperatur +10°C...+35°C
  - relative Luftfeuchte 10%...80% bei max. 25°C linear abfallend von 80% / 25 °C auf 45 % / 35 °C
- Ausführungsklasse N III für das Erzeugnis

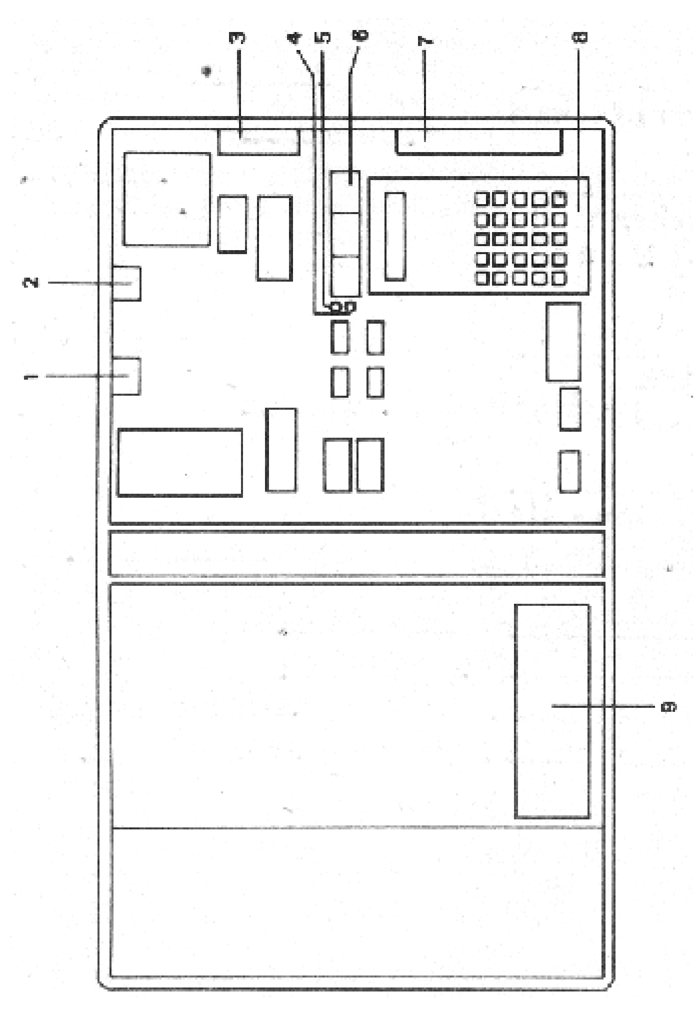
- Ausgangspegel für Magnetbandinterface: $U_{SS} \geq 40$ mV ($R_L > 10$ kΩ)
- Lager- und Transportbedingungen
- Umgebungstemperatur: -25°C ... +55°C
- Relative Luftfeuchtigkeit: max. 93% bei +25°C
- max. Lager- und Transportdauer: 6 Monate
- Schutzgrad: IP 00 TGL RGW 778
- Schutzklasse: III
- Abmessung: 310 x 255 x 40 mm
- Masse ohne Verpackung: ca. 1,3 kg

1.1.4. Zubehör

1 Stück Verpackung
1 Buchsenleiste für Steckverbinder (26polig,222-26 TGL 29331 81.04)
1 Buchsenleiste für Steckverbinder (58polig,222-58 TGL 29331 131.0.3)
1 Steckdose (6 AF 28063)
1 Bedienungsanleitung LC 80 G-5403.500
1 Garantieurkunde

1.2. Darstellung der Bedienelemente und Anschlußstellen

- Anschlußbelegung siehe beiliegendes Schaltbild



Legende:

1 Anschluß für externes Netzteil
2 Magnetbandanschluß
3 USER-BUS-Anschluß
4 HALT-LED
5 OUT-LED
6 7-Segment-Anzeige
7 CPU-BUS-Anschluß
8 Tastatur
9 Typschild

2. Allgemeine Informationen

2.1. Beschreibung der Tastatur

Taste	Bezeichnung	Funktion
RES	(RESET)	Die Taste unterbricht sofort die Programmausführung, bringt den Rechner in den Grundzustand und zeigt "LC 80" an.
ST	(STORE)	Die Funktion dient zum Speichern von Programmen und Daten auf Magnetband,, um diese später weiter zu verwenden; dabei wird ein Programmname mit auf dem Magnetband abgespeichert.
LD	(LOAD)	Mit dieser Funktion werden Programme oder Daten, welche mittels STORE auf einem Magnetband abgelegt wurden, in den Rechner geladen.
EX	(EXECUTE)	Start der Ausführung eines Programms oder Befehls.
NMI	(NON MASKABLE INTERRUPT)	Auslösen eines NMI an die CPU
ADR	(ADDRESS)	Adress-Eingabe-Taste
DAT	(DATA)	Daten-Eingabe-Taste
-	(LAST)	Übergang zum vorherigen Schritt
+	(NEXT)	Übergang zum nächsten Schritt

2.2. Darstellung der 7-Segment-Anzeige

Die optische Darstellung von Informationen erfolgt auf der 7-Segment-Anzeige des LC 80. Die 6 Stellen können zur Ausgabe von Ziffern und diversen Zeichen verwendet werden.

1 2 3 4	5 6
Adress-spalten	Daten spalten

Ist der Inhalt der Anzeige an einigen Stellen im folgenden Text unbekannt oder unwichtig, werden die entsprechenden Stellen hier mit X.X. dargestellt.

2.3. Darstellung der Eingaben

(ADDRESS) bedeutet, daß der Nutzer 4 Zifferntasten drücken soll, um eine Adresse einzugeben. Bei der Eingabe von mehr als 4 Ziffern werden nur die letzten 4 Ziffern gewertet; wird nichts eingegeben, so wird die in der Anzeige stehende Adresse verwendet,
Bei der Eingabe der ersten Ziffer wird die vorherige Adresse durch den LC 80 gelöscht, bei weiterer Eingabe werden die Ziffern jeweils von rechts nach links verschoben.
(DATA) bedeutet, daß der Nutzer 1 Byte Daten in den Speicher eingeben soll; die Funktion entspricht in der Ausführung (ADDRESS).

2.4. Fehleranzeige

Bei einer fehlerhaften Eingabe wird durch den LC 80 die Fehlermeldung "ERROR" angezeigt, solange die Taste gedrückt bleibt. Die Fehleranzeige erfolgt auch bei Übertragungsfehlern vom Magnetbandgerät.

3. Inbetriebnahme und Programmeingabe

3.1. Stromversorgung

Schließen Sie an die Spannungsbuchse des Rechners den Stecker eines Netzteiles von 9...12 V Gleichspannung oder Wechselspannung (s.Pkt.1.1.3.) an. Der LC 80 wird dabei automatisch gestartet. Seine Bereitschaft wird durch den Namen "LC 80" auf dem Display angezeigt, nachdem er die Anfangsmelodie und den Begrüßungstext vorgeführt hat. Sie können mit der Arbeit am Rechner beginnen, sobald der Text "LC 80" in der Anzeige erschienen ist. Sollte diese Anzeige nicht erfolgen, so drücken Sie bitte die Taste "RES", um den Rechner neu zu starten. Wenn das nicht zum Erfolg führt, überprüfen Sie bitte die Stromversorgung.

Zeigt der LC 80 keine Reaktion und leuchtet zusätzlich die LED "HALT", so läßt sich auf Speicherfehler schließen und das Gerät ist. zur Reparatur zu geben.

Achtung! Der LC 80 darf nur mit einem Netzteil betrieben werden, welches den Sicherheitsbestimmungen) (Schutzkleinspannung!) TGL 200-7045 (bzw.IEC) entspricht. Bei Verwendung von Netzteilen mit einer Stromergiebigkeit von mehr als 2 A muß eine Sicherung (T1A) zwischengeschaltet werden, um im Störungsfall Schäden am Gerät und eine Überhitzung des Rechners zu vermeiden.

3.2. Tasteneingabe

Die Tasten "ST" und "LD" werden unter Pkt.3.4. erläutert.

3.2.1. RESET

Nach dem Anlegen der Spannung an den LC 80 oder dem Betätigen der RESET-Taste wird ein RESET-Signal für den Rechner erzeugt. Dadurch beginnt der LC 80 mit der Herstellung des Grundzustandes. Nachdem alle Anfangswerte durch das Initialisierungsprogramm eingestellt sind, erscheint der Name "LC 80" in der Anzeige und der Rechner ist bereit zur Arbeit.
Es treten zwei verschiedene RESET-Varianten beim LC 80 auf. Bei dem durch das Einschalten der Versorgungsspannung auftretenden "power-on-Reset" beginnt der Rechner mit dem Spielen der Anfangsmusik und dem Begrüßungstext auf der Anzeige. Nach dem Drücken der RESET-Taste erscheint lediglich "LC 80" in der Anzeige. Diese Unterscheidung wird durch das Monitorprogramm vorgenommen. Durch Betätigen der RESET-Taste nach dem Einschalten des Rechners können die Anfangsmusik und der Begrüßungstext übersprungen werden.
Die RESET-Taste dient zum Abbrechen von Anwenderprogrammen, die nicht selbst in den Monitor zurückkehren, oder zur definierten Rückkehr in den Grundzustand.

3.2.2. ADDRESS

Nach dem Drücken der Taste "ADR" kann eine Adresse eingegeben werden.

Bedienungsfolge: ADR (ADDRESS)

Beispiel: Setzen der Adresse 2100

Taste	Anzeige	Beschreibung
ADR	X.X.X.X.X X	Nach dem Drücken der ADR-Taste erfolgt eine durch Dezimalpunkt markierte Anzeige der gültigen Adresse, womit der LC 80 anzeigt, daß er die Eingabe der Adresse erwartet.
2	0.0.0.2.X X	Drücken der Zifferntaste "2"
1	0.0.2.1.X X	Drücken der Zifferntaste "1"
0	0.2.1.0.X X	Drücken der Zifferntaste "0"
0	2.1.0.0.X X	Drücken der Zifferntaste "0"

3.2.3. DATEN, EX, +, -

Nach dem Drücken der Taste "DAT" können Speicherplätze gelesen und im RAM mit Daten beschrieben werden.

Bedienungsfolge: DAT (DATA)

Beispiel: Beschreiben des Speicherplatzes 2100 mit den Daten "CD"

Taste	Anzeige	Beschreibung
	2.1.0.0.X X	Zustand der Anzeige nach dem vorherigen Beispiel
DAT	2 1 0 0 X.X.	Nach dem Drücken der DAT-Taste wechseln die Dezimalpunkte auf die Datenanzeige; der LC 80 ist bereit, die folgenden Ziffern als Daten anzunehmen.
C	2 1 0 0 0.C.	Drücken der (HEX-) Zifferntaste "C"
D	2 1 0 0 C.D.	Drücken der (HEX-) Zifferntaste "D"

Die eingegebenen Daten werden sofort in den Speicher eingeschrieben.

+ - Übergang zum nächsten bzw. vorherigen Schritt

Nachdem in der Anzeige des LC 80 gültige Ziffern stehen (4 Hex-Ziffern auf der linken Seite als Adresse,

2 Hex-Ziffern rechts als Daten), wird durch das Drücken der Taste "+" oder "-" die Adresse um 1 erhöht bzw. erniedrigt. Gleichzeitig erfolgt die Anzeige der entsprechenden Daten und Markierung der Daten-Anzeige für weitere Eingaben.

Beispiel: Der Speicherplatz 2101H ist mit 7AH und der Speicherplatz 2102H mit 00H zu laden.

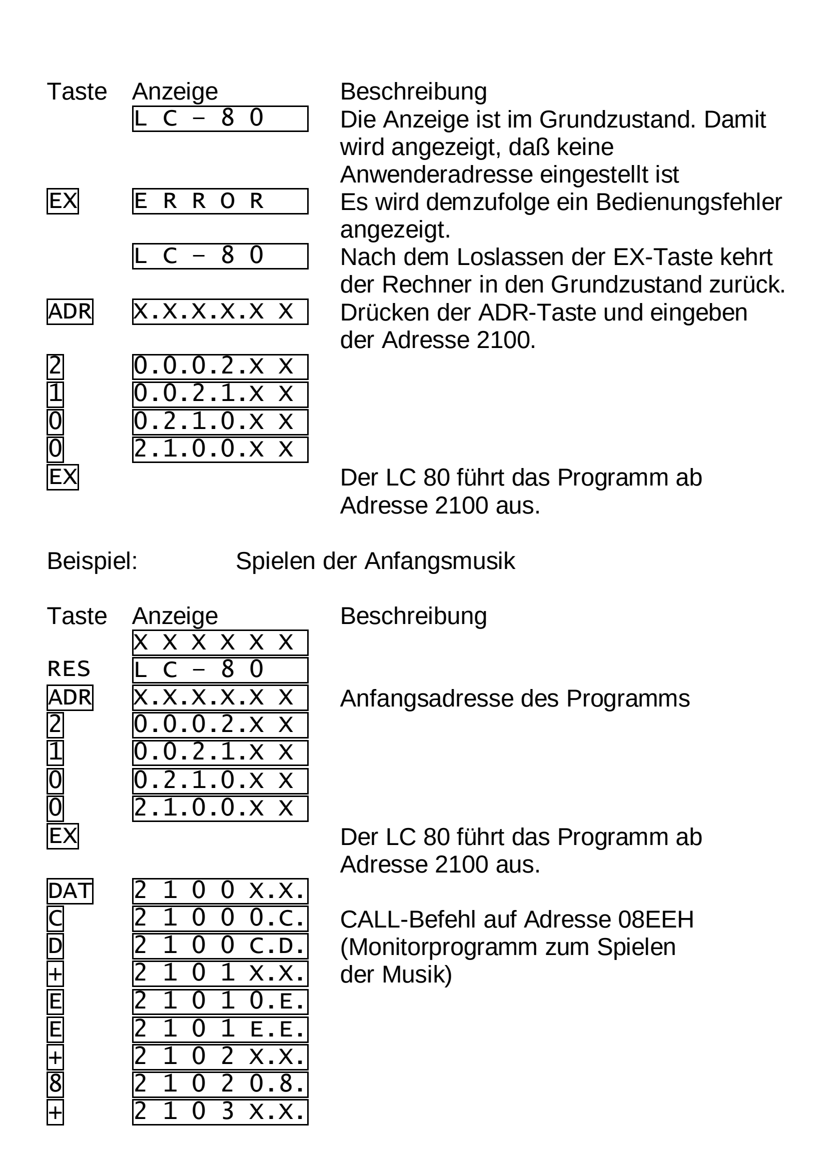
Taste	Anzeige	Beschreibung
	2 1 0 0 C.D.	Anzeige nach vorherigem Beispiel
+	2 1 0 1 X.X.	Nach dem Drücken der Taste "+" wird die Adresse um 1 erhöht und es werden die Daten, welche auf diesem Speicherplatz stehen, angezeigt.
7	2 1 0 1 0.7.	Drücken der Zifferntaste "7"
A	2 1 0 1 7.A.	Drücken der Zifferntaste "A"
+	2 1 0 2 X.X.	Erhöhen der Adresse
0	2 1 0 2 0.0.	Drücken der Zifferntaste "0"

Beispiel: Die Adressenanzeige zeigt 2102 H; der Inhalt des Speicherplatzes 2101 H ist auf '79H‘ zu ändern.

Taste	Anzeige	Beschreibung
	2 1 0 2 0.0.	Anzeige nach vorherigem Beispiel
−	2 1 0 1 7.A.	Nach Drücken der Taste "-" wird die Adresse um 1 erniedrigt und es werden die dort stehenden Daten angezeigt.
7	2 1 0 1 0.7.	Drücken der Zifferntaste "7"
9	2 1 0 1 7.9.	Drücken der Zifferntaste "9"

EX Ausführung

Mit der Ausführungstaste wird ein Programm auf der Adresse gestartet, die in der Anzeige steht. Während der Abarbeitung des Anwenderprogrammes bleibt die Anzeige dunkel, sofern das Programm nicht selbst die Anzeige bedient. Bei Fehlbedienung erscheint "ERROR" in der Anzeige.



Taste	Anzeige	Beschreibung
	L C - 8 0	Die Anzeige ist im Grundzustand. Damit wird angezeigt, daß keine Anwenderadresse eingestellt ist
EX	E R R O R	Es wird demzufolge ein Bedienungsfehler angezeigt.
	L C - 8 0	Nach dem Loslassen der EX-Taste kehrt der Rechner in den Grundzustand zurück.
ADR	X.X.X.X.X X	Drücken der ADR-Taste und eingeben der Adresse 2100.
2	0.0.0.2.X X	
1	0.0.2.1.X X	
0	0.2.1.0.X X	
0	2.1.0.0.X X	
EX		Der LC 80 führt das Programm ab Adresse 2100 aus.

Beispiel: Spielen der Anfangsmusik

Taste	Anzeige	Beschreibung
	X X X X X X	
RES	L C - 8 0	
ADR	X.X.X.X.X X	Anfangsadresse des Programms
2	0.0.0.2.X X	
1	0.0.2.1.X X	
0	0.2.1.0.X X	
0	2.1.0.0.X X	
EX		Der LC 80 führt das Programm ab Adresse 2100 aus.
DAT	2 1 0 0 X.X.	
C	2 1 0 0 0.C.	CALL-Befehl auf Adresse 08EEH
D	2 1 0 0 C.D.	(Monitorprogramm zum Spielen
+	2 1 0 1 X.X.	der Musik)
E	2 1 0 1 0.E.	
E	2 1 0 1 E.E.	
+	2 1 0 2 X.X.	
8	2 1 0 2 0.8.	
+	2 1 0 3 X.X.	

Taste	Anzeige	Beschreibung
7	2 1 0 3 0.7.	HALT-Befehl
6	2 1 0 3 7.6.	
+	2 1 0 4 x.x.	
ADR	2.1.0.4.x x	Adresse auf Anfang
2	0.0.0.2.x x	
1	0.0.2.1.x x	
0	0.2.1.0.x x	
0	2.1.0.0.x x	
EX		Programmstart

Um das Musikstück zu wiederholen, drücken Sie bitte folgende Tasten:

RES ADR 2 1 0 0 EX

3.2.4. NMI Auslösetaste für nichtmaskierbaren Interrupt

Mit dieser Taste wird an die CPU ein NMI (nichtmaskierbarer Interrupt) ausgelöst. Dieser NMI ist im Gegensatz zu einem, über den INT-Eingang der CPU ausgelösten Interrupt, nicht sperrbar. Ein NMI zwingt die CPU automatisch zu einen RESTART ab Speicherplatz 0066H.
Unter dieser Adresse, die sich innerhalb des Monitorprogramm-bereiches befindet, ist ein Sprung zur RAM-Adresse 2340H gespeichert.
Innerhalb der "power on"-Einschaltroutine des LC 80 wird ab dieser Adresse ein Sprung zu einem Monitorprogramm eingetragen. Dieses Unterprogramm realisiert das kurze Aufleuchten der Anzeige

INT

nach Betätigen von NMI. Mittels eines Rückkehrbefehles RETN wird hiernach die Programmabarbeitung unmittelbar nach der Programmstelle fortgesetzt, an der die NMI-Unterbrechung erfolgte.
Möchten Sie die NMI-Funktion innerhalb Ihres Programmes verwenden, so können Sie kürzere NMI-Unterprogramme ab der Adresse 2340H eintragen. Sollten die hierbei verfügbaren 144 Byte nicht ausreichen oder soll Ihr NMI-Unterprogramm an anderer Stelle beginnen, so tragen Sie unter der Adresse

2340H einen Sprungbefehl zu ihrer gewählten Startadresse ein.

3.3. Registeranzeige und Stepfunktion

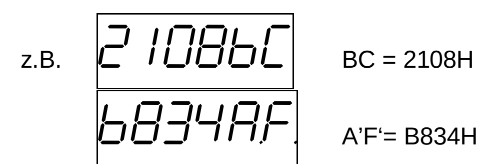
Zur effektiven Fehlersuche in Anwenderprogrammen, zur Programmverfolgung sowie zum anschaulichen Erlernen der einzelnen CPU-Befehle verfügt der LC 80 über die Funktionen "Registeranzeige" und "Stepfunktion". Beide werden als NMI-Unterprogramm behandelt und können nach Einschreiben eines entsprechenden Sprungbefehles unter der NMI-Startadresse 2340H sehr rationell durch Betätigung von NMI aufgerufen werden.

3.3.1.Registeranzeige

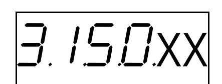
Sie ermöglicht die Darstellung und Veränderung aller CPURegister (mit Ausnahme der I-und R-Register).
Zur Auslösung der Registeranzeigefunktion sind vorher folgende RAM-Zellen zu beschreiben:

ADR	DAT
2340H	C3H
2341H	90H
2342H	0AH

Unter der Adresse 2340H als Startadresse für Anwender-NMI-Unterprogramme wird ein Sprung zur Startadresse des Registeranzeige-Unterprogrammes eingetragen.
Wird nun ein beliebiges Anwenderprogramm abgearbeitet, so wird durch Betätigen von NMI das laufende Programm unterbrochen. In der Anzeige erscheint links der Inhalt des Registerpaares AF (bei Erstbetätigung) bzw. der Inhalt des zuletzt dargestellten Paares (bei wiederholter Benutzung des Registeranzeige-Unterprogrammes) sowie rechts der Name des dargestellten Registerpaares.



Durch Betätigung von [+] wird der Inhalt des jeweils nächsten Registerpaares in der Reihenfolge AF, BC, DE, HL, A’F‘, B’C‘, D'E', H'L', IX, IY, SP, PC angezeigt. Nach AF wird mit PC wieder begonnen.
Durch Betätigung von [-] wird der Inhalt des jeweils vorhergehenden Registerpaares gemäß obiger Reihenfolge angezeigt. Nach AF wird mit PC wieder begonnen.
Soll der Inhalt eines Registerpaares verändert werden, so erfolgt dies durch Betätigen der entsprechenden Zifferntasten. Die Ziffern werden hierbei von rechts nach links durchgeschoben.
Der so geänderte Inhalt des Registerpaares ist vorerst nur Anzeigewert - nicht als wahrer Registerinhalt vorhanden. Dies wird durch die vier Punkte signalisiert:



Falls Ihnen bei der Eingabe ein Fehler unterlaufen ist und Sie möchten den ursprünglichen Registerinhalt noch einmal wissen, so können Sie ihn in diesem Fall durch Betätigung von [+], [-] zurückrufen.
Erst mit Betätigung von [EX] (wird der Anzeigewert in das jeweils dargestellte Registerpaar übernommen. Sie erkennen dies am Verlöschen der vier Punkte.
Diese Verfahrensweise gibt Ihnen eine Sicherheit gegen versehentliches Verändern eines Registerinhaltes.
Bei Betätigung von [DAT] erscheint links der Inhalt des Programmzählers PC und rechts die unter dieser Adresse abgelegten Daten.
Durch Betätigung von [ADR] wird das Unterprogramm "Registeranzeige" verlassen. Alle Registerinhalte werden gemäß den Anzeigewerten von der CPU übernommen (bei Veränderungen nur nach vorheriger Betätigung von [EX]) und es wird die Programmabarbeitung unter der Adresse, die mit dem Inhalt von PC festgelegt wurde, fortgesetzt.
D.h. bei unverändertem Inhalt von PC wird an der Programmstelle fortgesetzt, wo zuvor die Unterbrechung durch NMI erfolgte.

Durch erneute Betätigung von NMI kann die Programmabarbeitung zu jedem Zeitpunkt erneut unterbrochen und die Funktion "Registeranzeige" in beschriebener Weise verwendet werden. Bitte beachten Sie, daß bei Verwendung der Funktion "Registeranzeige" der RAM-Bereich von 22D8H – 2305H durch dieses Unterprogramm belegt wird und somit durch das Anwenderprogramm nicht verwendet werden darf.

3.3.2.Stepfunktion

Die Stepfunktion (Step=Schritt) ermöglicht die befehlsweise Abarbeitung eines vorgegebenen Programmes. In der Anzeige wird der Inhalt der einzelnen Registerpaare (analog Funktion "Registeranzeige") dargestellt. Somit kann die Wirkung der einzelnen CPU-Befehle innerhalb eines Programmablaufes anschaulich verfolgt werden. Zur Auslösung der Stepfunktion sind vorher folgende RAM-Zellen zu beschreiben:

ADR	DAT
2340H	C3H
2341H	90H
2342H	0BH

Unter der Adresse 2340H als Startadresse für Anwender-NMI-Unterprogrармne wird ein Sprung zur Startadresse der Stepfunktion eingetragen.
Nach Betätigung von ADR wird jetzt die Startadresse, von der ab ein entsprechendes Programm bzw. Programmabschnitt werden soll, eingetragen.
Der Übergang zur Stepfunktion erfolgt mittels Betätigung von NMI. Hierbei wird der erste Befehl (Adresse des ersten Befehlsbytes entspricht der eingegebenen Startadresse) abgearbeitet und danach zur Funktion Registeranzeige (mit allen unter Pkt. Registeranzeige aufgeführten Teilfunktionen, außer bei ADR) übergegangen.
Jedoch erscheint als Vorzugsstellung der Programmzählerstand PC bzw. bei allen weiteren Schritten das zuletzt angezeigte Registerpaar. Mit jeder weiteren Betätigung von ADR wird der gemäß

Programmabarbeitung nachfolgende Befehl ausgeführt und danach wiederum zur Funktion "Registeranzeige" übergegangen. Das Abbrechen der Stepfunktion erfolgt mittels RES. Hiernach befindet sich der LC 80 in der Ausgangslage, der RAM-Inhalt bleibt erhalten, so daß hiernach das Anwenderprogramm in gewohnter Weise geändert oder die Abarbeitung neu gestartet werden kann.
Bitte beachten Sie, daß bei Verwendung der Stepfunktion der RAM-Bereich von 22D8H - 2305H durch dieses Unterprogramm belegt wird und somit durch das Anwenderprogramm nicht verwendet werden darf.
Desweiteren ergeben sich einige kleine Einschränkungen:

- Kanal 0 des CTC kann nicht verwendet werden. Er dient innerhalb des Unterprogrammes "Stepfunktion" zur Erzeugung eines Interrupts während der Abarbeitung des jeweils nächsten Anwenderbefehles
- hierzu wird das I-Register auf 23H geladen
- IM 2 wird eingenommen
- ein im Anwenderprogramm enthaltener Befehl "DI" blockiert die weitere Abarbeitung der "Stepfunktion"
- die Abarbeitung von anwendereigenen Interruptroutinen mittels Stepfunktion ist aufgrund der Spezifik dieses Funktionsunterprogrammes nicht möglich.
  Derartige Interruptroutinen können aber sehr effektiv nach der im Abschnitt "Programmtest und Fehlersuche" dargelegten Methode getestet werden.

3.4. Magnetbandanschluß

Über den Magnetbandanschluß können Daten und Programme auf Magnetband gespeichert und wieder zurück in den Rechner geladen werden. Die Übertragung erfolgt frequenzkodiert, um eine hohe Störsicherheit zu erreichen. Jedem Programm, welches auf Band abgelegt werden soll, muß dabei ein Name zugewiesen werden, unter dem es später zurückgerufen wird; dieser Name wird mit auf dem Band abgelegt.
Neben dem Programmnamen ist die Anfangs-und Endadresse des zu übertragenden Programms bzw. Datenblocks anzugeben.
Wird dabei eine Endadresse die kleiner als die Anfangsadresse ist angegeben, so erscheint die Anzeige "ERROR".
Nach Betätigung der Taste "-" können die entsprechenden Angaben korrigiert werden.
Die Endadresse darf nicht zum Programm gehören, da der Inhalt nicht übernommen wird.
Die Übertragung eines Programmes von 1 KByte benötigt etwa 1 : 45 min, bei kürzeren Programmen entsprechend weniger. Der Rechner ist mit einem Dioden- bzw. Überspielkabel (abhängig vom jeweiligen Magnetbandgerät) mit dem Magnetbandgerät zu verbinden. Dieses Kabel muß vor Beginn der Operation in die entsprechende Buchse eingesteckt werden. Starten Sie bitte das Band bevor Sie die EX-Taste drücken.

A) Übertragung eines Programmes aus dem Speicher zum Tonband

Allgemeine Befehlsfolge:
ST (Filename) + (START ADDRESS) + (END ADDRESS) EX

Beispiel: Speichern Sie die Daten, welche auf den Adressen 2100 - 2103 stehen, unter dem Filenamen F001 auf Band ab.

Hinweis:
Werter Kunde!
Als Verbindungskabel für moderne Magnetbandgeräte sind zwei Kabeltypen standardisiert:
Überspielkabel zur Verbindung Magnetbandgerät – Magnetbandgerät und Diodenkabel zur Verbindung Magnetbandgerät – Rundfunkempfänger.
Für den Magnetbandverkehr des LC 80 mit modernen Magnetbandgeräten (Anschluß TA/TB – Buchse: Signaleingang Anschluß 1, Signalausgang Anschluß 3) ist ein Überspielkabel erforderlich.

Taste	Anzeige	Beschreibung
ST	X.X.X.X.- F	Das "F" zeigt an, daß der Filename eingegeben werden kann.
F 0 0 1	F.0.0.1.- F	Filename F001
+	X.X.X.X.- S	"S" zeigt an, daß die Startadresse eingegeben werden kann.
2 1 0 0	2.1.0.0.- S	Startadresse 2100H
+	X.X.X.X.- E	Das "E" zeigt an, daß die Endadresse eingegeben werden kann.
2 1 0 4	2.1.0.4.- E	Endadresse 2104H
EX		Der Speicherinhalt wird auf das Tonband übertragen, die 7-Segment-Anzeige ist aus, das OUT-LED leuchtet.
	2 1 0 4 X.X.	Nach Schluß der Übertragung steht die Endadresse in der Anzeige.

Bitte überprüfen Sie vor einer Übertragung, ob Tonbandgerät und LC 80 ordnungsgemäß verbunden sind. Bringen Sie das Band bzw. die Kassette in Aufnahmeposition und schalten Sie das Gerät auf Aufnahme. Erst danach betätigen Sie bitte die EX-Taste des LC 80, um die Übertragung zu beginnen; andernfalls besteht die Gefahr, daß die Daten unvollständig aufgezeichnet werden.

B) Laden eines Programms vom Magnetband

Allgemeine Befehlsfolge:
LD (Filename) EX

Beispiel: Laden der Daten, die unter dem Namen F001 auf Kassette stehen, (die Daten müssen zuvor mit der STORE- Funktion auf Band gespeichert worden sein).

Überprüfen Sie zu Anfang, ob LC 80 und Tonbandgerät ordnungsgemäß verbunden sind und spulen Sie das Band auf die Anfangsposition zurück.

Taste	Anzeige	Beschreibung
LD	X.X.X.X.- F	Das "F" zeigt an, daß ein Filename eingegeben werden kann.
F 0 0 1	F.0.0.1.- F	Filename F001
EX		Die Anzeige verlischt, der Rechner erwartet Informationen vom Magnetband.
	. . . . . .	Mit dem Eintreffen erster Signale leuchten alle Punkte. Rechner sucht Filename
	- - - - - -	Ein anderer Filename wurde gelesen, der Rechner sucht weiter. (Jeder Filename wird, unmittelbar nachdem er gelesen wurde, kurz angezeigt.)
	F 0 0 1 - F	Der Filename wurde gefunden.
	‘ ‘ ‘ ‘ ‘ ‘	Die Anzeige von " ‘ " zeigt an, daß die Daten in den Speicher geladen werden.
	2 1 0 4 X.X.	Nachdem die Daten vollständig eingelesen wurden, wird die Endadresse angezeigt.

Nach der Angabe des Filenamens sucht der LC-80 automatisch die Daten auf dem Tonband und lädt diese in den Speicher.
Nach der Übertragung wird eine Prüfsumme berechnet und mit der übertragenen verglichen, um Übertragungsfehler auszuschließen. Werden Fehler festgestellt, so erscheint nach der Übertragung die Anzeige "ERROR", andernfalls wird die Endadresse angezeigt.

Allgemeine Bemerkungen zum Gebrauch des Magnetbandgerätes

1. Für die Datenspeicherung sind spezielle Digitalkassetten empfehlenswert, jedoch sind normale Kassetten in der Regel ausreichend.
   Beachten Sie bitte, daß Kassetten auf beiden Seiten einen Vorspann haben, der nicht für die Aufzeichnung geeignet ist.

2. Setzen Sie die Magnetbänder nicht dem Einfluß von starken Magnetfeldern, hohen Temperaturen oder direkter Sonnenbestrahlung aus und vermeiden Sie eine Verschmutzung des Bandes.

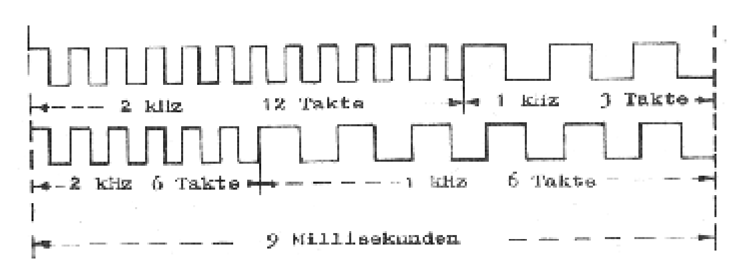
<u>3.5. Magnetbandinterface</u>

Die abzuspeichernden digitalen Signale gelangen von Bit 1 des Ports B der System-PIO über einen Tiefpaß (R277, C253) und einen Spannungsteiler (R278, R279) an die Diodenbuchse.
Die Signale können mit einem beliebigen Kassetten- bzw. Spulentonbandgerät gespeichert werden. Dazu ist eine Verbindung mit dem Diodeneingang des jeweiligen Gerätes herzustellen.
Auf Band gespeicherte Daten werden über ein Verbindungskabel dem Mikrorechner eingegeben. Der Operationsverstärker B861 (N239) verstärkt die Signale, um einen ausreichenden Pegel für den nachfolgenden PIO-Eingang bereitzustellen. Über Bit 0 von Port B der System-PIO gelangen die gespeicherten Daten zur CPU.

Darstellung des Magnetbandsignals

1. Bit-Darstellung: 12 Takte 2 kllz und 3 Takte 1 kHz entsprechen '0'
6 Takte 2 kHz und 6 Takte 1 kHz entsprechen '1'

Aufbau des Datensatzes auf dem Magnetband:



2. Byte- Darstellung:

Start | Stop
0 | Bit0 | Bit1 | Bit2 | Bit3 | Bit4 | Bit5 | Bit6 | Bit7 | 1
90ms

Aufbau des Datensatzes auf dem Magnetband:

LEAD SYNC	FILE NAME	START ADR	END ADR	CHK SUM	MID SYNC	DATA	FAIL SYNC
1 kHz 4 Sek	2 Byte	2 Byte	2 Byte	1 Byte	2 kHz 2 Sek		2 kHz 2 Sek

LEAD SYNC	- Anfangssynchronisationsfrequenz
FILE NAME	- Programmname
START ADR	- Startadresse
END ADR	- Endadresse
CHK SUM	- Prüfsumme
MID SYNC	- Mittensynchronisationsfrequenz
DATA	- Programmdaten
FALL SYNC	- Endsynchronisationsfrequenz

3.6. Speicherbereiche

Das Monitorprogramm ist in zwei ROM's U 505 (2x1 KByte) enthalten. Der RAM - Bereich wird durch 2 Schaltkreise U 214 realisiert. Davon sind die letzten 66 Byte für das Monitorprogramm reserviert.

Adresse	Belegung
0000H ... 03FFH	1.ROM
0800H ... 0BFFH	2.ROM
2000H ... 23FFH	1 K-RAM-Speicher

Durch den Decoderschaltkreis DS8205 (D209) wird der ROM-Bereich in Blöcken zu 2 KByte ausgewählt, bei der Adresse 0000H beginnend. Mittels des DS8205 auf Pos. D210 erfolgt die Decodierung des RAM-Bereiches in Blöcken zu 1 KByte, bei der Adresse 2000H beginnend.
Über den Anschluß "/MEDI" des CPU-Bus kann mit /MEDI = L der gesamte interne Speicherbereich abgeschaltet werden.
Die im ROM-Bereich vorhandenen RESTART-Adressen sind für den Anwender nicht zugängig. Um sie nutzen zu können, wurde über Sprungbefehle zu festgelegten Adressen im RAM-Bereich ein indirekter Zugriff ermöglicht.

ROM-Adresse	Adresse im RAM-Bereich
RST0 0000H	2300H
RST1 0008H	2308H
RST2 0010H	2310H
RST3 0018H	2318H
RST4 0020H	2320H
RST5 0028H	2328H
RST6 0030H	2330H
RST7 0038H	2338H

3.7. Periphere Bausteine

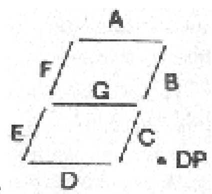
Die Ansteuerung der Tastatur und der Anzeige erfolgt durch die beiden PIO-Bausteine U855. Die System-PIO D206 gibt über das Port A die Segmentinformation und über das Port B die Digit-Information aus. Diese Signale dienen gleichzeitig der Tastaturaktivierung.

Bit 0 und 1 von Port B werden für das MagnetbandInterface verwendet.
Die Abfrage der Tastatur realisiert die User-PIO D207 durch die Bits 4 bis 7 von Port B. Die Bits 0 ... 3 von Port B sowie das gesamte Port A stehen für den Anwender zur Verfügung. Dazu sind sie über den Steckverbinder "User-Bus" herausgeführt.

- Zuordnung der Anzeige-Segmente zu Port A der System-PI=

D	E	C	DP	G	A	F	B	Segmente
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Bits von Port A

Belegung einer 7-Segment-Anzeige



- Zuordnung der Digits zu Port B der System-PIO

Adresse				Daten		
B7	B6	B5	B4	B3	B2	

Anzeigen
Bits von Port B

Der CTC-Baustein U 857 kann vom Anwender vollständig benutzt werden. Dazu sind alle vier C/TRG-Eingänge sowie drei ZC/TO-Ausgänge über den Steckverbinder "User-Bus" herausgeführt. Zur Interruptkaskadierung (IEO-IEI-Verknüpfung) besitzt der CTC die höchste Priorität, gefolgt von der User-PIO D207 und zuletzt die System-PI0 D206.

4. Programmierbeispiele

4.1. Einerkomplement

Aufgabe: Vom Inhalt des Speicherplatzes 204011 ist das Einerkomplement zu bilden (Negation). Das Ergebnis ist auf dem Speicherplatz 2041H abzulegen.

```
ADR   OPCODE   SOURCE-STATEMENT
2000                 ORG 2000H       ; ADRESSE PROGRAMM-
                                       BEGINN
2000  3A4020   BSP1: LD A, (2040H)   ; AUSGANGSWERT LADEN
2003  2F             CPL             ; KOMPLEMENT BILDEN
2004  324120         LD (2041H),A    ; ERGEBNIS ABSPEICHERN
2007  76             HALT            ; CPU-HALT
2040                 ORG 2040H       ; ADRESSE DATEN
2040  6A             DEFB 6AH        ; AUSGANGSWERT
                                       (BEISPIEL)
```

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 204111 95H abgelegt.

4.2. 8-Bit-Addition

Aufgabe: Die Inhalte der Speicherplätze 204011 und 2041H sind zu addieren. Die Summe ist auf dem Speicherplatz 2042H abzulegen. (Ein eventueller Übertrag ist nicht zu berücksichtigen).

```
2000                 ORG 2000H       ; ADRESSE PROGRAMM-
                                       BEGINN
2000  214020   BSP2: LD HL, 2040H    ; ADRESSE ERSTER
                                       OPERAND
2003  7E             LD A,(HL)       ; OPERAND NACH
                                       A LADEN
2004  23             INC HL          ; ADRESSE ZWEITER
                                       OPERAND
2005  86             ADD A,(HL)      ; OPERANDEN ADDIEREN
2006  23             INC HL          ; ADRESSE FÜR ER-
                                       GEBNIS
2007  77             LD (HL),A       ; ERGEBNIS ABLEGEN
2008  76             HALT
```

```
2040                    ORG 2040H       ; ADRESSE DATEN
2040  38                DEFB 38H
2041  2B                DEFB 2BH
```

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2042H 63H abgelegt.

4.3. Linksverschiebung

Aufgabe: Der Inhalt des Speicherplatzes 204011 ist um 1 Bit nach links zu verschieben, das Ergebnis ist auf dem Speicherplatz 2041H abzulegen.

```
2000                    ORG 2000H       ; ADRESSE PROGRAMM-
                                          BEGINN
2000  3A4020    BSP3:   LD A,(2040H)    ; OPERAND LADEN
2003  CD 27             SLA A           ; 1 MAL VERSCHIEBEN
2005  324120            LD (2041H),A    ; ERGEBNIS ABLEGEN
2008  76                HALT
2040                    ORG 2040H       ; ADRESSE DATEN
2040 6F                 DEFB 6FH        ; BITFOLGE 01101111B
```

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2041H 0DEH abgelegt. (Bitfolge 11011110B).

4.4. Ausblenden der oberen Tetrade

Aufgabe: Die oberen 4 bit der auf dem Speicherplatz 2040H stehenden Zahl sind zu löschen, die unteren 4 Bit unverändert zu lassen. Das Ergebnis ist auf dem Speicherplatz 2041H abzulegen.

```
2000                    ORG 2000H       ; ADRESSE PROGRAMM-
                                          BEGINN
2000  3A4020    BSP4:   LD A, (2040H)   ; OPERAND LADEN
2003  E6OF              AND OFH         ; MASKIEREN DER
                                          BITS
2005  324120            LD (2041H),A    ; ABLEGEN DES
                                          ERGEBNISSES
2008  76                HALT
2040                    ORG 2040H       ; ADRESSE DATEN
2040  B8                DEFB 0B8H
```

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2041H 08H abgelegt.

4.5. Bestimmung der größeren von zwei Zahlen

Die größte von der in 2040H und 2041H stehenden Zahlen ist zu bestimmen und auf dem Speicherplatz 2042H abzulegen.
Die Zahlen sollen als vorzeichenlose BCD- Zahlen vorliegen.

```
2000                  ORG 2000H      ; ADRESSE PROGRAMM-
                                       BEGINN
2000  214020   BSP5: LD HL, 2040H    ; ADRESSE ERSTER
                                       OPERAND
2003  7E             LD A, (HL)      ; ERSTER OPERAND
                                       NACH A
2004  23             INC HL          ; ADRESSE ZWEITER
                                       OPERAND
2005  BE             CP (HL)         ; VERGLEICH MIT
                                       2. OPERAND
2006  D20A20         JP NC,FERTIG    ; SPR.,WENN
                                       1.GRÖSSER
2009  7E             LD A,(HL)       ; ZWEITER OPERAND
                                       NACH A
200A  23       FERTIG: INC HL        ; ZIELADRESSE
200B  77             LD (HL),A       ; GRÖSSERE ZAHL
                                       ABLEGEN
200C  76             HALT
2040                 ORG 2040H       ; ADRESSE DATEN
2040  79             DEFB 79H
2041  5A             DEFB 5AH
```

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2042H 79H abgelegt.

Durch den 'CP'-Befehl, welcher die Flags beeinflußt, können die folgenden Vergleichoperationen durchgeführt werden. Dabei stellt 'A' den Inhalt des Akkumulators und 'X' den Vergleichsoperanden dar.

bei A = X ist Z = 1 (Z = Zero-Flag)
A # X ist Z = 0
A < X ist C = 1 (C = Carry-Flag)
A ≥ X ist C =0

4.6. Ermittlung der Quadratzahlen

Aufgabe: Mittels der Tabellen-Methode ist die Quadratzahl der auf dem Speicherplatz 204011 stehenden Zahl zu bestimmen. Das Ergebnis ist auf dem Speicherplatz 2041H abzulegen. Die Tabelle beginnt auf Adresse 2060H für Werte von 0 bis 9.

```
2000                 ORG 2000H        ; ADRESSE PROGRA1D1
                                        BEGINN
2000  3A4020  BSP6:  LD A,(2040H)     ; AUSGANGSZAHL NACH A
2003  6F             LD L,A           ; INDEX FÜR
                                        16-BIT-ADR
2004  2600           LD H,00H         ; H-REGISTER LÖSCHEN
2006  116020         LD DE,2060H      ; ANF.ADR.DER
                                        QUADRATTAB.
2009  19             ADD HL,DE        ; ANF.ADR + INDEX
200A  7E             LD A,(L)         ; QUADRATZAHL NACH A
200B  324120         LD (2041H),A     ; ERGEBNIS ABLEGEN
200E  76             HALT
2040                 ORG 2040H        ; ADRESSE DATEN
2040  03             DEFB 03H
2060                 ORG 2060H        ; ADR. QUADRATWUR-
                                        ZELTAB.
2060  00             DEFB 0
2061  01             DEFB 1
2062  04             DEFB 4
2063  09             DEFB 9
2064  10             DEFB 16
2065  19             DEFB 25
2066  24             DEFB 36
2067  31             DEFB 49
2068  40             DEFB 64
2069  51             DEFB 81
```

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2041H 09H abgelegt.

Speicherplatz	Hexadezimal	Dezimal	
2060H	00H	0	(0^2)
2061H	01H	1	(1^2)
2062H	o4H	4	(2^2)
2063H	09H	9	(3^2)
2064H	10H	16	(4^2)
2065H	19H	25	(5^2)
2066H	24H	36	(6^2)
2067H	31H	49	(7^2)
2068H	40H	64	(8^2)
2069H	51H	81	(9^2)

4.7. Summieren von Daten

Aufgabe: Es ist die Summe einer Reihe von Daten zu berechnen, deren Anzahl auf dem Speicherplatz 2041H steht. Die Datenfolge beginnt ab Speicherplatz 2042H. Das Ergebnis ist auf dem Speicherplatz 2040H abzulegen. (Ein eventueller Übertrag ist nicht zu berücksichtigen.)

```
2000                  ORG 2000H       ; ADRESSE PROGRAMM-
                                        BEGINN
2000  214120   BSP7:  LD HL,2041H     ; ADRESSE ANZAHL
2003  46              LD B,(HL)       ; ZÄHLER=ANZAHL
                                        D. ZAHLEN
2004  97              SUB A           ; SUMME = 0
2005  23       SUM:   INC HL          ; NÄCHSTE ADRESSE
2006  86              ADD A,(HL)      ; SUMME = SUMME +
                                        NEUE ZAHL
2007  1OFC            DJNZ SUM        ; WDHLG., BIS ALLE
                                        ZAHLEN
2009  324020          LD (2040H),A    ; ERGEBNIS ABLEGEN
2000  76              HALT
2040                  ORG 2040H       ; ADRESSE DATEN
2040                  DEFS 1          ; SPEICHERPLATZ
                                        FÜR ERGEBNIS
                                        FREIHALTEN
2041  03              DEFB 03H
```

```
2042  28              DEFB 28H
2043  55              DEFB 55H
2044  26              DEFB 26H
```

Das Ergebnis von 28H + 55H + 26H = A3H ist auf dem Speicherplatz 2040H abgelegt.

4.8. Bestimmung der größten Zahl

Aufgabe: Es ist die größte einer Reihe von Zahlen zu bestimmen. Die Anzahl der Daten ist auf Adresse 2041H angegeben, die Zahlenfolge beginnt auf Adresse 2042H. Die größte der Zahlen ist auf Speicherplatz 2040H abzulegen.

```
2000                  ORG 2000H       ; ADRESSE PRO-
                                        GRAMMBEGINN
2000  214120   BSP8:  LD HL,2041H     ; ADRESSE ANZAHL
2003  46              LD B,(HL)       ; ZÄHLER = ANZAHL
                                        D. ZÄHLER
2004  97              SUB A           ; A LÖSCHEN
2005  23       NEXT:  INC HL          ; ADRESSE NÄCHSTER
                                        ZAHL
2006  BE              CP (HL)         ; NEUE ZAHL
                                        MAXIMUM?
2007  D20B20          JP NC,ZÄHL      ; SPRUNG, WENN NICHT
200A  7E              LD A,(HL)       ; NEUE ZAHL NACH A
200B  10F8     ZÄHL:  DJNZ NEXT       ; WDHLG. ,
                                        BIS ALLE ZÄHLEN
200D  324020          LD (2040H),A    ; GRÖSSTE ZAHL
                                        ABLEGEN
2010  76              HALT
2040                  ORG 2040H       ; ADRESSE DATEN
2040                  DEFS 1          ; PLATZ FÜR ER-
                                        GEBNIS
2041  05              DEFB 05H
2042  67              DEFB 67H
2043  79              DEFB 79H
2044  15              DEFB 15H
2045  E3              DEFB 0E3H
2046  72              DEFB 72H
```

Als Ergebnis wird auf dem Speicherplatz 2040H 0E3H abgelegt.

5. Programmtest und Fehlersuche

Treten bei der Programmabarbeitung Fehler auf oder erscheinen Ergebnisse falsch, so kann durch die Verwendung des HALT-Befehles das Testen des Programms wesentlich erleichtert werden. Die HALT-LED des LC 80 leuchtet auf, sobald die CPU einen HALT-Befehl abgearbeitet hat. Sie verlöscht erst wieder, wenn die Reset-Taste betätigt oder ein Interrupt angenommen wird. Wenn der HALT-Befehl auf das erste Byte eines Befehls geschrieben wird, zeigt nach dem Programmstart das Aufleuchten der LED an, daß das Programm bis zu dieser Adresse abgearbeitet wurde.
Unter Benutzung der Funktion "Registeranzeige" können in diesem Fall nach Betätigung von NMI die Registerinhalte mit den theoretischen Sollwerten verglichen werden und auf diese Weise schnell logische Programmfehler ermittelt werden.
Durch das Setzen des HALT-Befehls an andere Stellen können Sie somit Programmteile, die bei der Abarbeitung nicht erreicht werden, ermitteln.
Beachten Sie bitte, den HALT-Befehl nach erfolgtem Test wieder durch den richtigen Befehlscode zu ersetzen.
Sind Sie aufgrund des erforderlichen Speicherumfanges für Ihr Anwenderprogramm nicht gezwungen so effektiv wie möglich zu programmieren, so empfiehlt sich folgende Methode: Fügen Sie nach eigenem Ermessen in bestimmten Abständen HALT-Befehle ein! (Z.B. unmittelbar vor Verzweigungsentscheidungen, zu Beginn einzelner Unterprogramme, unmittelbar nach IN-Befehlen usw.). Vor dem Start Ihres Anwenderprogrammes bereiten Sie den LC 80 gemäß Abschnitt "Registeranzeige" vor und starten danach Ihr Programm. Wird jetzt ein HALT-Befehl durch die CPU abgearbeitet und leuchtet die HALT-LED, so können Sie, wie oben dargelegt, die Registerinhalte überprüfen.
Im Gegensatz zu dem zuerst erwähnten Einfügen eines HALT-Befehls anstelle des ersten Bytes eines beliebig anderen Befehles, arbeitet Ihr LC 80 jetzt nach Betätigung von ADR die nachfolgenden Befehle ab.

Somit können Sie Ihr gesamtes Programm abschnittsweise kontrollieren und nacheinander abarbeiten lassen.
Ist Ihr Programm voll funktionsfähig, dann ersetzen Sie die eingefügten HALT-Befehle einfach durch NOP-Befehle.

6. Verwendung des Monitorprogramms

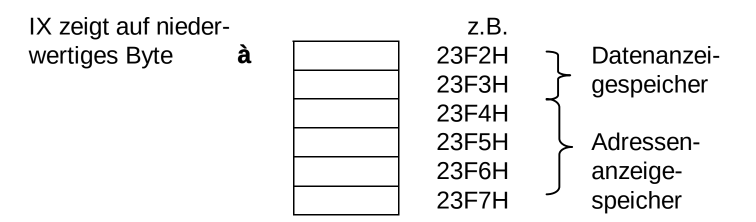
6. 1. Unterprogramme

Innerhalb des Monitorprogrammes des LC 80 sind mehrere Programmteile als Unterprogramme ausgelegt und lassen sich deshalb auch vorteilhaft durch den Anwendernutzen!

ADRESSE	NAME	FUNKTION
0883H	DAK2	Einmalige Ansteuerung von Anzeige und Tastatur, Hauptanwendung ist die Ansteuerung der Anzeige
085AH	DAK1	Ansteuerung von Anzeige und Tastatur, bis eine Taste gedrückt wurde
08CAH	ONESEG	Umwandlung einer Ziffer (untere 4 Bits eines Bytes) in den entsprechenden 7-Segment-Code
08D9H	TWOSEG	Umwandlung von 2 Ziffern (1 Byte) in den entsprechenden 7-Segment-Code und Ablegen im Speicher
08B7H	ADRSDP	Eintragen von 4 Ziffern im Adressanzeigespeicher
08C3H	DADP	Eintragen von 2 Ziffern im Datenanzeigespeicher
0852H	RAMCHK	Test, ob ein Speicherplatz im RAM liegt
0376H	SOUND	Ausgabe eines Tonsignals
0370H	SOUND1K	Tonsignal 1 kHz
0374H	SOUND2K	Tonsignal 2 kliz
08EEH	MUSIC	Spielen von Musik
08EAH	MONMUS	Spielen der Anfangsmusik

DAK2
Startadresse: 0883H
Funktion: Einmalige Ansteuerung von Anzeige und

	Tastatur, alle 6 LED-Anzeigen werden nacheinander angesteuert (Ausführungszeit ca. 10 ms).
Eintritt:	IX, zeigt auf die niederwertigste Adresse des Speicherbereiches, der zur Anzeige gelangen soll.
Austritt:	CY = 1, wenn keine Taste gedrückt CY = 0, wenn eine Taste gedrückt (außer RES oder NMI). Der Positionscode der Taste befindet sich im A-Register (siehe Anhang).
Register:	Die Inhalte von AF, A' F', B' C', D'E' werden zerstört.
Beschreibung:	Jeder 7-Segment-Anzeige ist ein Byte im Speicher zugeordnet, insgesamt also 6 Byte. Dabei ist der rechtesten LED das niederwertigste Byte zugeordnet.



Die einzelnen Bits in einem Byte repräsentieren dabei die einzelnen Segmente und den Dezimalpunkt. Ist ein Bit = 1, so leuchtet das zugehörige Segment.

DAK1

STARTADRESSE:	085AH
FUNKTION:	wie DAK2, aber: - die Funktion wird fortgesetzt, bis eine Taste gedrückt wurde. - Anstelle des Tastencodes wird der umgewandelte interne Code geliefert, wie er von anderen Teilen des Monitorprogrammes benötigt wird.

EINTRITT:	IX zeigt auf die niederwertigste Adresse des Speicherbereiches, der zur Anzeige gelangen soll.
AUSTRITT:	Der interne Code befindet sich im A-Register.
REGISTER:	Die Inhalte von AF, B, HL, A'F', B'C', D'E' werden zerstört.

ONESEG:

STARTADRESSE:	08CAH
FUNKTION:	Umwandeln einer Ziffer in den entsprechenden 7-Segment-Code
EINTRITT:	Die rechten 4 Bit des A-Registers sind die umzuwandelnde Hex-Zahl.
AUSTRITT:	Der entsprechende 7-Segment-Code steht im A-Register.
REGISTER:	Der Inhalt in AF wird zerstört.

TWOSEG:

STARTADRESSE:	08D9H
FUNKTION:	Umwandeln des Inhalts des A-Registers in die zugehörigen 2 7-Segment-Codes.
EINTRITT:	Untere Tetrade von A als 1.Ziffer Obere Tetrade von A als 2.Ziffer
AUSTRITT:	Der erste Code wird in (HL), der zweite Code in (HL + 1) abgespeichert. HL wird um 2 erhöht.
REGISTER:	Die Inhalte der Register AF und HL werden zerstört.

ADRSDP

STARTADRESSE:	08B7H
FUNKTION:	Eintragen von 4 Ziffern in den Adressanzeigespeicher (Adressen 23F4 - 23F7H)
EINTRITT:	Anzuzeigende Zahl in DE
AUSTRITT:	Entsprechender 7-Segment-Code im Adressanzeigespeicher
REGISTER:	Die Inhalte der Register AF und HL werden zerstört.

DADP

STARTADRESSE:	08C3H
FUNKTION:	Eintragen von 2 Ziffern in den Datenanzeigespeicher (Adressen 23F2 - 23F3H)
EINTRITT:	Anzuzeigende Zahl in A
AUSTRITT:	Entsprechender 7-Segment-Code im Datenanzeigespeicher
REGISTER:	Die Inhalte der Register AF und HL werden zerstört.

RAMCHK

STARTADRESSE:	0852H
FUNKTION:	Test ob ein Speicherplatz im RAM liegt
EINTRITT:	HL gibt den Speicherplatz an.
AUSTRITT:	Z-Flag = 1 wenn (HL) RAM ist.
REGISTER:	Der Inhalt der Register AF wird zerstört.

SOUND:

STARTADRESSE:	0376H
FUNKTION:	Tonsignal für Lautsprecher
EINTRITT:	Der Inhalt des Registers C gibt die Tonfrequenz an. Der Inhalt der Register HL gibt die Anzahl der Takte an; Höchstwert 32768 Takte
AUSTRITT;	---
REGISTER:	Die Inhalte der Register AF, B, DE, HL, werden zerstört.

SOUND1K

STARTADRESSE:	0370H
FUNKTION:	Ausgabe eines Tonsignals von 1 kHz
EINTRITT:	Der Inhalt der Register EL gibt die Anzahl der Takte an; Höchstwert 32768 Takte.
AUSTRITT:	---
REGISTER:	Die Inhalte der Register Arg BC, DE, HL, werden zerstört.

SOUND2K

STARTADRESSE:	0374H
FUNKTION:	Ausgabe eines Tonsignals in 2 kHz
EINTRITT:	Der Inhalt der Register HL gibt die Anzahl der Takte an; Höchstwert 32768 Takte
AUSTRITT:	---
REGISTER:	Die Inhalte der Register AF, BC, DE, HL werden zerstört.

MUSIC

STARTADRESSE:	08EEH
FUNKTION:	Spielen von Musik
EINTRITT:	Im Register IY steht die Startadresse des Musikstückes
AUSTRITT:	---
REGISTER:	Die Inhalte der Register IX, AF, BC, DE, HL werden zerstört.

Beschreibung:
Das Register IY zeigt auf den Anfang des Speicherbereiches in dem die codierten Noten stehen. Jeweils 2 Byte repräsentieren eine Note. Das erste Byte gibt die Tonhöhe, das zweite Byte die Tonlänge an. Hat das erste Byte den Wert 80H, wird das Musikprogramm verlassen, bei 40H wird das Programm von vorn begonnen, bei 20H wird eine Pause mit der durch das zweite Byte angegebenen Länge gemacht.
Als Werte für die Tonhöhe sind die Zahlen 0H bis 1FH erlaubt. Bezogen auf eine Taktfrequenz von 900 kHz entsprechen aufeinanderfolgende Zahlen jeweils einen Halbtonschritt, wobei der tiefste Ton (00H) etwa dem Ton ais entspricht.
Die Tonlänge ist ebenfalls frei wählbar, dabei entspricht eine Verdoppelung der Zahl etwa der doppelten Dauer des Tones. Bitte beachten Sie, daß auf Grund des verwendeten RC-Generators die Taktfrequenz nicht konstant ist und daher die einzelnen Notenwerte nicht exakt erzielt werden, gleiches gilt für die Tonlänge.

Dieses Unterprogramm soll mehr eine Hilfe für musikalische Spielereien sein, anstatt ein ernsthaftes Musizieren zu ermöglichen.

Beispiel:

```
                        ORG 2000H
2000  FD211020          LD IY, NOTEN
2004  CDEE08            CALL MUSIK
                        ORG 2010H
               NOTEN
2010  0108              DEFW 0801H
2012  0208              DEFW 0802H
2014  0308              DEFW 0803H
2016  40                DEFB 40H
```

Es werden drei aufeinanderfolgende Töne aufsteigender Tonhöhe, aber gleicher Dauer (08) ausgegeben. Dies wird endlos wiederholt (Abschluß durch Kurzzeichen 40).

MONMUS

STARTADRESSE:	08EAH
FUNKTION:	Spielen der Anfangsmusik
EINTRITT:	---
AUSTRITT:	---
REGISTER:	Die Inhalte der Register IX, IY, AF, DC, DE, HL werden zerstört.

6.2. Praktische Beispiele

Beispiel 1: Anzeige 'HELPUS'

Unter Verwendung des Unterprogrammes DAK1 ist der Text 'HELPUS' anzuzeigen, solange nicht die Taste "+" gedrückt wird. In diesem Fall soll der Rechner in den HALT-Zustand gehen.

```
                        ORG 2000H
2000  DD212020 EX1:     LD IX,HELP       ; ADR, TEXT
2004  CD 5A08  DISP:    CALL DAK1        ; ANZEIGE
2007  FE 10             CP 10H           ; TASTE “+"
2009  20 F9             JR NZ,DISP       ; FALSCHE TASTE
200B  76                HALT
```

```
2020                   ORG. 2020H
2020  AE        HELP:  DEFB 0AEH       ; "S"
2021  E3               DEFB 0E3H       ; "U"
2022  4F               DEFB 4FH        ; "P'
2023  C2               DEFB 0C2H       ; "L"
2024  CE               DEFB 0CEH       ; "E"
2025  6B               DEFB 6BH        , "H"
```

Durch das Unterprogramm DAK1 wird der Text, der durch das IX-Register adressiert wird, angezeigt. Dieses Unterprogramm wird verlassen, sobald eine Taste (außer RES oder NMI) gedrückt wird. Durch obiges Programm wird getestet, ob die Taste "+" gedrückt wurde. Ist dies der Fall, geht die CPU in den HALT-Zustand; andernfalls wird das Unterprogramm erneut aufgerufen. Die Codierung für die 7-Segment-Anzeige ergibt sich aus dem Bild im Pkt. 3.6. bzw. der Tabelle im Anhang.

Beispiel 2: Blinkende Anzeige 'HELPUS'

Das Programm DAK2 steuert die Anzeige für die Dauer von rund 10 ms an. Der Text 'HELPUS' soll alle 0,5 Sekunden für 0,5 Sekunden aufleuchten.

```
2000                   ORG 2000H
2000  212620    EX2:   LD HL, BLANK    ; "LEERZEICHEN"
2003  E5               PUSH HL
2004  DD212020         LD IX,HELP      ; TEXT "HELPUS"
2008  DDE3      LOOP:  EX (SP),IX      ; AUSTAUSCH TEXT
200A  0632             LD B,32H        ; ANZEIGEZEIT
200C  CD8308    LOOP1:CALL DAK2        ; ANZEIGE
200F  10FB             DJNZ LOOP1
2011  18F5             JR LOOP
2020                   ORG 2020H
2020  AE        HELP:  DEFB 0AEH       ; "S"
2021  E3               DEFB 0E3H       ; "U"
2022  4F               DEFB 4FH        ; "P"
2032  C2               DEFB 0C2H       ; "L"
2024  CE               DEFB 0CEH       ; "E"
2025  6B               DEFB 6BH        ; "H"
2026  00        BLANK:DEFB 0
2027  00               DEFB 0
```

```
2028  00              DEFB 0
2029  00              DEFB 0
202A  00              DEFB 0
202B  00              DEFB 0
```

Zur Änderung der Anzeigezeit ist der Wert auf dem Speicherplatz 200BH zu ändern, der die Anzahl der Schleifen zum Aufruf von DAK2 vorgibt und damit die Zeit bestimmt. Die Änderung des Anzeigetextes ist auf den Speicherplätzen 2026H – 202BH möglich.

Beispiel 3: Blinklicht-Steuerung

Das OUT-LED soll durch HIGH- bzw. LOW-Signale angesteuert werden, so daß dieses LED blinkt.

```
2000                  ORG 2000H
2000  3EFF     EX03:  LD A,OFFH
2002  D3F5            OUT (DIGITAP),A
2004  0650            LD B,50H
2006  CD1820   LOOP1: CALL DELAY
2009  10FB            DJNZ LOOP1
200B  3EFD            LD A,OFDH
2000  D3F5            OUT (DIGITAP),A
200E  0650            LD B,50H
2011  CD1820   LOOP2: CALL DELAY
2014  10F13           DJNZ LOOP2
2016  18E8            JR EX03
2018  OEFF     DELAY: LD C,OFFH
201A  OD       LOOP3: DEC C
201B  20FD            JR NZ,LOOP3
201D  C9              RET
```

Beispiel 4: Textdarstellung

Mittels der Taste "-" wird die Anzeige gelöscht. Nach dem Drücken der Taste "+" erscheint das Wort "Hallo" in der Anzeige.
Benutzt werden dabei die Text-Definitionen im Monitorprogramm. (Text gemäß Code-Tabelle für die 7-Segment-Anzeige, siehe Anhang, zusammengesetzt).

```
2000                    ORG 2000H
2000  DD218309 EXO4: LD IX,DISP3     ; TEXT "HALLO"
2004  CD5A08   DISPLI:CALL DAK1
2007  FE11              CP 11H        ; TASTE "-"
2009  20F9              JR NZ,DISPLI
2008  DD218909          LD IX,DISP4   ; LEER-TEXT
200F  CD5A08   DISPL2: CALL DAK1
2012  FE10              CP 10H        ; TASTE
2014  20F9              JR NZ,DISPL2
2016  DD218909          LD IX,DISP4
201A  0E06              LD C, 6
201C  0620     1NI1: LD B,2011
201E  CD8308   INI2: CALL DAK2
2021  10FB              DJNZ INI2
2023  DD2B              DEC IX
2025  OD                DEC C
2026  20F4              JR NZ,INI1
2028  18D6              JR EXO4
```

Beispiel 5: Umlauf-Spiel

Die Segmente einer Anzeige-Stelle werden einzeln nacheinander angesteuert. Der Umlauf wird mittels der Taste "+" gestoppt und mit jeder anderen Taste (außer Reset- und Interrupt-Taste) fortgesetzt. In der Tabelle kennzeichnet das jeweils erste Byte die Anzeige-Stelle (00XX = rechtes 05XX = links) und das nachfolgende Byte die Segment-Zuordnung (entsprechend der Beschreibung, z.B. Bit 0 = Segment B).

```
2000                    ORG 2000H
2000  214020   EXO5: LD HL,TABLE
2003  DD210021          LD IX,MEM
2007  CD3020   LOOP: CALL CLRDISP
200A  5E                LD E,(HL)
200B  1C                INC E
200C  28F2              JR Z,EXO5
200E  1D                DEC E
200F  1600              LD D,0
2011  DD19              ADD IX,DE
2013  23                INC HL
```

```
2014  7E              LD A,(HL)
2015  DD7700          LD (IX),A
2018  DD210021        LD IX,MEM
201C  0603            LD B,3
201E  CD8308    LIGHT:CALL DAK2
2021  3801            JR C,LIGHT1
2023  4F              LD C,A
2024  10F8      LIGHT1:DJNZ,LIGHT
2026  79              LD A,C
2027  FEOA            CP OAH
2029  2802            JR Z,STOP
202B  23              INC HL
202C  23              INC HL
202D  2B        STOP: DEC HL
202E  18D7            JR LOOP
2030  0606      CLRDISP:LD B,6
2032  DD360000  CLR:  LD (IX + d),OOH
2036  DD23            INC IX
2038  10F8            DJNZ CLR
203A  11FAFF          LD DE,OFFFAH
203D  DD19            ADD IX,DE
203F  C9              RET
2040  0004      TABLE:DEFW 0400H
2042  0001            DEFW 0100H
2044  0020            DEFW 2000H
2046  0080            DEFW 8000H
2048  0040            DEFW 4oooH
204A  0002            DEFW 0200H
204C  FF              DEFB OFFH
```

Beispiel 6: Tastenwertigkeit

Ermittlung der jeweils zugeordneten Tastenwertigkeit unter Verwendung der Monitor-Unterprogramme. Das Unterprogramm DAK2 realisiert die Ansteuerung und Abfrage der Tastatur. Die Wertigkeit entspricht der Matrix-Anordnung.

```
2000   CD8308   EX06: CALL DAK2
2003   CDC308         CALL DADP      ; Daten-Anzeige
                                     ; laden
2006   18F8           JR Ex06
```

Das Monitor-Unterprogramm DAK1 benutzt DAK2 und ermittelt die Tastenwertigkeit entsprechend der Verwendung im Monitor.

```
2000   CD5A08   EX07: CALL DAK1
2003   CDC308         CALL DADP
2006   18F8           JR EX07
```

Beispiel 7: Multiplikation Multiplikation zweier 8-Bit-Hex-Zahlen

Die Faktoren stehen in den Speicherplätzen 2100H und 2101H, das Ergebnis wird in die Speicherzellen 2102H (niederwertiges Byte) und 2103H (höherwertiges Byte) abgelegt.

```
2000                  ORG 2000H
2000   210021   EX08: LD HL,2100H
2003   4E             LD C,(HL)
2004   23             INC HL
2005   56             LD D,(HL)
2006   CD0E20         CALL MULT
2009   23             INC HL
200A   71             LD (HL),C
200B   23             INC HL
200C   70             LC (HL),B
200D   76             HALT
                                     ; 8-BIT-MULTIPLI-
                                       KATION MIT
                                     ; 16-BIT-ERGEBNIS
                                       C x D = BC
200E   97       MULT: SUB A          ; REGISTER A
                                       LÖSCHEN
200F   0608           LD B,8         ; 8 BIT
2011   CB19     MULTI:RR C           ; MULTIPLIKATOR
                                       VERSCHIEB.
2013   3001           JR NC,MULT2    ; KEINE ADDITION
                                       WENN CY = 0
```

```
2015  82                ADD A,D         ; ADDITION ENTSPR.
                                          WERTIGKEIT
2016  CB1F     MULT2:RR A               ; ZWISCHENSPEICHER
                                          AUF HÖHERE WERTIG-
                                          KEIT UND UNTERES
                                          ERGEBNIS-BIT IN CY
2018  10F7              DJNZ MULTI
201A  CB19              RR C            ; LETZT.ERG.-BIT IN
                                          REG.C
201C  47                LD B,A          ; HÖHERWERT.BYTE IN
                                          REG.B
201D  C9       RET
```

Beispiel 8: Division

Division zweier 8-Bit-Hex-Zahlen:
Der Divident befindet sich auf dem Speicherplatz 2100H und der Divisor auf dem Speicherplatz 2101H. Das Ergebnis (X,Y) befindet sich nach der Division auf den Speicherplätzen 2102H (Y) und 2103 (X).

```
2020                    ORG 2020H
2020  210021   EXO9:    LD HL,2100H
2023  56                LD D,(HL)
2024  23                INC HL
2025  5E                LD E,(HL)
2026  CD2E20            CALL DIV
2029  23                INC HL
202A  77                LD (HL),A
202B  23                INC HL
202C  71                LD (HL),C
202D  76                HALT
                                        ; 8-BIT-DIVISION MIT
                                          8-BIT-ERGEBNIS D
                                        ; E = C,A
                                        ; (REST IN REG.A)
202E  97       DIV:     SUB A
202F  0608              LD B,8          ; SCHLEIFENZÄHLER
2031  4F                LD C,A          ; C LÖSCHEN
```

```
2032   CB12      DIV1: RL  D           ; HOCHSTES BIT IN CY
2034   CB17            BL  A           ; HÖCHSTES BIT IN AKKU
2036   93              SUB E
2037   3001            JR NC,DIV2      ; SPRUNG WENN ERG.
                                         POSITIV
2039   83              ADD A, E        ; SUBTRAKTION
                                         RÜCKGÄNGIG MACHEN
203A   3F        DIV2: CCF             ; ERGEBNIS KORREKTUR
2038   CB11            RL C            ; ERGEBNIS IN
                                         C SCHIEBEN
2030   10F3            DJNZ DIV1
203F   C9              RET
```

Beispiel 9: AD-Anschluß

Abfrage-Programm für einen AD-Wandler C 520 (AD 2020). Das USER-Port (PORT A) wird entsprechend nachfolgender Schaltung mit den Wandler-Ausgängen gekoppelt. Das Programm realisiert die Initialisierung des Ports sowie eine zyklische Abfrage des ermittelten AD-Wertes und dessen Ausgabe über die LED-Adressanzeige.

Anschlußbedingungen:
BCD-Ausgabe A ... D = Bit 0 ... 3
Digitausgänge: MSD = Bit 4, NSD = Bit 5, LSD = Bit 6

```
2000                   ORG 2000H
2000   3ECF            LD A,OCFH       ; PIO MODE 3
2002   D3FA            OUT (USERPC),A
2004   3E7F            LD A,7FH        ; E/A-Definition
2006   D3FA            OUT (USERPC),A
2008   CD1820    AD01: CALL AD10
200B   EB              EX DE,HL        ; BCD-Wert in
                                         Register DE
2000   CDB708          CALL ADRSDP     ; LADEN der
                                         Adresse Anzeige
200F   DD21F223        LD IX,23F2H
2013   CD8308          CALL DAK2       ; Anzeige des Wertes
2016   10F9            JR AD01
2018   0600      AD10: LD B,0
201A   DBF8      AD11: IN A, (USERPD)
```

```
201C  57                LD D,A
201D  DBF8              IN A,(USERPD)
201F  BA                CPD
2020  20F8              JRNZ AD11
2022  E67F              AND 7FH
2024  5F                LD E,A
2025  E670              AND 70H
2027  FE60              CP 60H          ; Test auf MSD
2029  2008              JRNZ AD12
202B  7B                LD A,E
202C  E60F              AND OFH
202E  67                LD H,A
202F  CBDO              SET 2,B
2031  18E7              JR AD11
2033  FE30        AD12: CP 3011         ; Test auf LSD
2035  2008              JRNZ AD13
2037  7B                LD A,E
2038  E60F              AND OFH
203A  6F                LD L,A
203B  CBCO              SET 0,B
203D  18DB              JR AD11
203F  FE50        AD13: CP 50H          ; Test auf NSD
                                          (mittleres Digit)
2041  20D7              JR NZ AD11
2043  7B                LD A,E
2044  CB27              SLA A
2046  CB27              SLA A
2048  CB27              SLA A
204A  CB27              SLA A
2o4c  B5                ORL
204D  6F                LD L,A
204E  CBC8              SET 1,B
2050  3B07              LD A,7
2052  B8                CP B
2055  C9                RET
```

```
EQU:
USERPC          EQU  OFAH
USERPD          EQU  OF8H
ADRSDP          EQU  08B7H
DAK2            EQU  085AH
```

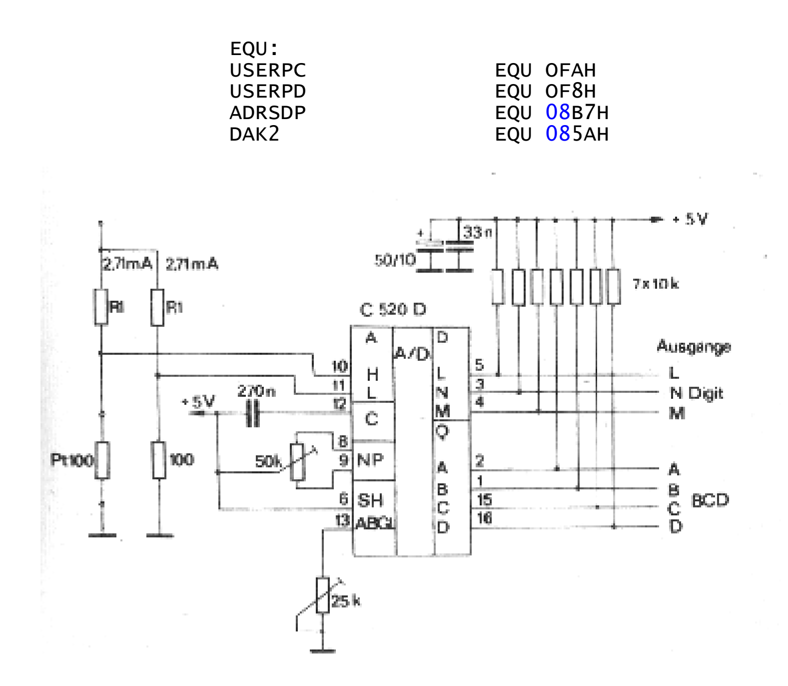


Bild 1: Beschaltung der A/D Wandler - IS

Beispiel 10: Uhr mit Wecker

Das folgende Beispiel stellt eine Uhr dar. Als Zeitbasis wird dabei der Kanal 0 des CTC verwendet. Die aktuelle Zeit wird ständig mit der vorgegebenen Weckzeit (Stunden und Minuten) verglichen. Als Wecksignal wird die Anfangsmelodie verwendet. Durch das Drücken einer beliebigen Taste (außer RES oder NMI) wird die Melodie abgestellt und wieder die Zeit angezeigt. Das Drücken muß am Ende der Melodie erfolgen, da die Tastaturabfrage an dieser Stelle durch das Programm DAK2 erfolgt.
Vor dem Programmstart sind die Speicherplätze für Sekunden, Minuten und Stunden sowie für die Weckzeit zu setzen. Soll kein Wecken erfolgen, so ist in die Speicherplätze für die Weckzeit "0FFH" zu schreiben.

```
2000                    ORG 2000H
2000   ED5E      EX10:  IM 2
2002   3E22             LD A,22H        ; INT.TAB H-BYTE
2004   ED47             LD I,A
2006   AF               XOR A           ; INT.VEC L-BYTE
2007   D3EC             OUT (CTCO),A
2009   3EA5             LD A,OA5H       ; INT, ZEITGEBER, x
256
200B   D3EC             OUT (CTCO),A
200D   3EE9             LD A,OE9H       ; ZEITKONSTANTE
200F   D3EC             OUT (CTCO),A
2011   DD21F223  M1:    LD IX,DATLED    ; ADR.ANZEIGESPEICH.
2015   CD 8308          CALL DAK2
2018   3804             JR C,M2         ; SPR.,WENN KEINE
                                          TASTE
201A   AF               XOR A
201B   321622           LD (2216H),A    ; WECKER LÖSCHEN
201E   3A1622    M2:    LD A, (2216H)
2021   FE55             CP 55H
2023   CCEA08           CALL Z,MONMUS   ; WENN WECKZEIT
2026   FB               EI
2027   18E8             JR M1
```

```
2040                    ORG 2040H
2040  F5                PUSH AF
2041  C5                PUSH BC
2042  D5                PUSH DE
2043  E5                PUSH HL
2044  211022            LD HL,2210H     ; ADR.ZEITSPEICHER
2047  0615              LD B, 15H       ; GRENZWERT TAKTE
2049  CD8720            CALL INCT       ; TAKTE ERHOHEN
2040  2032              JR NZ,EXIT      ; WENN NICHT GRENZ-
                                          WERT
204E  0660              LD B,60H        ; GRENZWERT SEKUNDE
                                          UND MINUTE
2050  CC8720            CALL Z,INCT     ; GGF. SEK. ERHÖHEN
2053  CC8720            CALL Z,INCT     ; GGF.MINUTEN
                                          ERHÖHEN
2056  0624              LD B,24H        ; GRENZWERT STUNDEN
2058  CC8720            CALL Z,INCT     ; GGF.STUNDEN
                                          ERHÖHEN
205E  3A1122            LD A,(2211H)
205E  CDC308            CALL DADP       ; SEK.ANZEIGEN
2061  2A1222            LD HL,(2212H)   ;
2064  EB                Ex DE, HL
2065  CDB708            CALL ADRSDP     ; MIN. U. STD. ANZ.
2068  2A1222            LD HL,(2212H)   ; TEST, OB WECKZEIT
206B  ED5B1422          LD DE,(2214H)   ;
206F  A7                AND A
2070  ED52              SBC HL,DE
2072  200C              JR NZ, EXIT
2074  3A1122            LD A,(2211H)
2077  FEOO              CP 0
2079  2005              JR NZ,EXIT
207B  3E55              LD A,55H        ; FLAG 'WECKEN'
                                          SETZEN
207D  321622            LD (2216H),A    ;
2080  E1          EXIT: POP HL
2081  D1                POP DE
2082  C1                POP BC
```

```
2083  F1              POP AF
2084  FB              EI
2085  ED4D            RETI
2087  7E       INCT:  LD A,(HL)      ; ZEITEINHEIT ERI!.
2088  C601            ADD A,1
208A  27              DAA            ; BCD-KORR.
208B  77              LD (HL),A
208C  90              SUB B          ; TEST, OB GRENZWERT
208D  2001            JR NZ,NEXT
208F  77              LD (HL),A      ; EINHEIT = 0,Z = 1
2090  23       NEXT:  INC HL
2091  C9              RET
2200                  ORG 2200H
2200  4020            DEFW 2040H
2210                  ORG 2210H
2210                  DEFS 1         ; ZWISCHENZÄHLER
2211                  DEFS 1         ; SEKUNDEN
2212                  DEFS 1         ; MINUTEN
2213                  DEFS 1         ; STUNDEN
2214                  DEFS 1         ; WECKMINUTEN
2215                  DEFS 1         ; WECKSTUNDEN
2216                  DEFS 1         ; WECKFLAG
```

7. Hinweise des Herstellers

Der Lerncomputer LC 80, ein sorgfältig vorbereitetes Erzeugnis der Mikroelektronik, bedarf keinerlei Wartungs- und Pflegearbeiten.
Da der LC 80 nur im geöffnetem Zustand betrieben werden darf, muß darauf geachtet werden, daß auf der Leiterplatte keine Bauelemente mechanisch beschädigt werden oder durch Fremdkörper Kurzschlüsse entstehen können. Es ist zu beachten, daß die Verkaufsverpackung des LC 80 nicht als Versandverpackung geeignet ist. Bei Eintritt eines möglichen Garantiefalles ist das Gerät für den Versand an den Kundendienst des Herstellers so zu verpacken, daß Transportschäden verhindert werden.

8. Literaturverzeichnis

(1) H.Kieser, M.Meder: Mikroprozessortechnik - Aufbau und Anwendung des Mikroprozessorsystem U 880 D; Verlag Technik Berlin 1982, 352 Seiten, 36,-M.
Neben einer ausführlichen Beschreibung des Systems U 880 D wird insbesondere auf das U 880-Lernsystem und die FPS 2 eingegangen.

(2) W.Schwarz, G.Meyer, D.Eckhardt: Mikrorechner-Wirkungsweise, Programmierung, Applikation; Verlag Technik Berlin 1980, 360 Seiten, 32,-M.
Nach einer kurzen Darstellung der Grundlagen werden verschiedene Mikroprozessoren vorgestellt.
Für diese werden eine Vielzahl von Programmbeispielen aufgeführt und in verschiedenen Varianten diskutiert.

(3) A.Jugel: Mikroprozessorsysteme;
Verlag Technik Berlin 1978, 204 Seiten, 20,-M.
Dieses Buch dient hauptsächlich der Beschreibung der Grundlagen und der Hardware von Mikrorechnern.

(4) M.Roth: Mikroprozessoren, Wesen-Technologie-Weiterentwicklung, Aufbau-Programmierung-Anwendung; Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Hochschule Ilmenau
4. Auflage 1979, 256 Seiten, 17,-M.
Nach einer Beschreibung der technologischen Grundlagen werden eine Vielzahl von Mikroprozessoren vorgestellt, ebenso weitere für den Aufbau von Mikrorechnern benötigte Schaltkreise. Weiterhin wird auf die Mikrorechnersysteme K 1510 und K 1520 sowie auf verschiedene Entwicklungssysteme, wie z.B. das MRES und MICROCOMBI eingegangen.

(5) L.Claßen: Programmierung des Mikroprozessorsystems U 880 - K 1520 (Reihe AT, Band 192) Verlag Technik Berlin, 3. Auflage 1983, 79 Seiten, 4,80 M.
Das Buch enthält eine kompakte Beschreibung des Mikroprozessorsystems U 880 D,

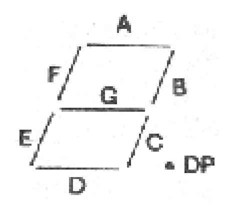
insbesondere der U 880- Assemblersprache und der Programmierung der peripheren Schaltkreise.
(6) Oetker/Claßen: Mikroprozessor - Betriebssysteme (Reihe AT, Band 201); Verlag Technik Berlin
(7) Autorenkollektiv: Softwaretechnologie für Mikrorechner Verlag: Die Wirtschaft, etwa 12,-M.
(8) H.Barthold, H.Bäurich: MIkroprozessoren-Mikroelektronische Schaltkreise und ihre Anwendung, 3 Teile (elektronica 186-188); Militärverlag der DDR 1980, je 1,90 M. Während sich Teil 1 mit den Grundlagen der Mikrorechentechnik beschäftigt, geht Teil 2 auf die Mikroprozessoren U 808, U 880 sowie den Intel 8080 ein. Teil 3 enthält die Beschreibung der peripheren Schaltkreise sowie Beispiele für die Programmierung. Eine neue Auflage erschien mit den Heftnummern 202 bis 204.
(9) Technik der Mikrorechner, Reihe, in: radio, fernsehen, elektronik 26 (1977), H.17 bis 28 (1979), H.12
Die Reihe geht ausführlich auf Grundlagen, Hardware, Programmierungstechnik und Mikrorechneranwendung ein.
(10) Technische Beschreibung
- Zentrale Verarbeitungseinheit CPU U 880 D
- Schaltkreis für parallele Ein- und Ausgabe PIO 0 855 D
- Schaltkreis für serielle Ein- und Ausgabe SIO U 856 D
- Schaltkreis für Zähler- und Zeitgeberfunktion CTC U 857 D
veb mikroelektronik "karl marx" erfurt
(11) Befehlsbeschreibung U 880 D
veb mikroelektronik "karl marx" erfurt
(12) Gerhardt Paulin: Kleines Lexikon der Mikrorechentechnik (Reihe AT, band 206) Verlag Technik Berlin, 1983, 64 Seiten 4,80 M.

9. Anhang

CODE - TABELLE FÜR DIE 7-SEGMENT-ANZEIGE

CODE	E7	21	CD	AD	2B	AE	EE	25	EF	AF
ZEICHEN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ANZEIGE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CODE	6F	EA	C6	E9	CE	4E	E6	6B	20	E1
ZEICHEN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ANZEIGE	A	b	C	d	E	F	G	H	ı	J
CODE	CB	C2	6C	68	E8	4F	2F	48	AE	CA
ZEICHEN	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
ANZEIGE	K	L	m	n	o	P	q	r	S	t
CODE	E3	E0	E4	4A	AB	8C	C8	A8	29	08
ZEICHEN	U	V	W	X	Y	Z	(	)	+	-
ANZEIGE	U	u	w	X	y	Z	c	ɔ	+	-
CODE	10									
ZEICHEN	.									
ANZEIGE	.									

D	E	C	DP	G	A	F	B	SEGMENTE
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	BITS VON PORT A DER SYSTEM - PIO



Zahlensystem

Der LC 80 ist eine binär arbeitende Maschine mit einer Wortbreite von 8 Bit (= 1 Byte) Die Notation eines Bytes erfolgt der besseren Übersicht halber in Form zweier Tetraden (oberes und unters Halbbyte), die im Hexadezimalsystem dargestellt werden. Dieses Zahlensystem ist aufgebaut auf 16 Ziffern, und zwar den Zahlen 0 bis 9 und den Buchstaben A bis F. Ein Vergleich zwischen Dualzahlen, Dezimalzahlen und Hexadezimalzahlen sowie der Darstellung auf der 7-Segment-Anzeige ist in folgender Tabelle aufgeführt. Hexadezimalzahlen werden durch ein nachgestelltes H gekennzeichnet.

Hexadezimal	Dezimal	Dual	7-Segment-Darstellung
0H	0	0000	0
1H	1	0001	1
2H	2	0010	2
3H	3	0011	3
4H	4	0100	4
5H	5	0101	5
6H	6	0110	6
7H	7	0111	7
8H	8	1000	8
9H	9	1001	9
AH	10	1010	A
BH	11	1011	b
CH	12	1100	C
DH	13	1101	d
EH	14	1110	E
FH	15	1111	F

Äquivalenzliste der Bauelemente des LC 80

Originaltyp	Äquivalenztyp	Hersteller (Auswahl)
U 880 CPU	Z-80 CPU	ZILOG, MOSTEK
		SGS-ATES, SHARP, NEC
U 855 PIO	Z-80 PIO	ZILOG, MOSTEK
		SGS-ATES, SHARP, NEC
U 857 CTC	Z-80 CTC	ZILOG, MOSTEK
		SGS-ATES, SHARP, NEC
U 505 ROM	Beide Schaltkreise	
(5V-ROM-Vari-	ersetzbar durch	
ante des 2708)	einen 2716	INTEL, SIEMENS, HITACHI
	(K 573 PΦ 2)	SU
U 214 RAM	2114	INTEL, SIEMENS, HITACHI
B 3170 oder	LM 317	NATIONAL SEMICNDUKTOR
MC 7805	MA 7805	MOTOROLA
(Spannungsregler)		
B 861	TAA 861	SIEMENS
(Operationsverstärker)		
DL 014	74 LS 14	TEXAS INSTRUMENTS
(Schmitt-Trigger)		
DS 8205	8205	INTEL (Decoder)
VQE 23	TIL 827	TEXAS INSTRUMENTS
(LED-Anzeige)	TLG 824	TOSHIBA
DL 000	74 LS 00	TEXAS INSTRUMENTS
(4 Nand, je 2 Eingänge)		

Adressenänderungstabelle

Ist Ihr LC 80 nicht mit zwei ROM's U 505, sondern mit einem 2 KByte-EPROM (z.B. K 573 PΦ 5 o. 2) bestückt, so ändern sich die Startadressen der nachfolgend aufgeführten Unterprogramme.
Bitte beachten Sie diese auch bei Verwendung der vorn aufgeführten Programmbeispiele.

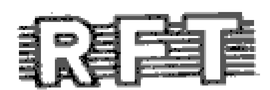
Name	Adresse (2x U 505)	in Adresse (2716)
DAK2	0883H	0483H
DAK1	085AH	045AH
ONESEG	08CAH	04CAH
TWOSEG	08D9H	04D9H
ADRSDP	08B7H	04B7H
DADP	08C3H	04C3H
RAMCHK	0852H	0452H
SOUND	0376H	0376H
SOUN1K	0370H	0370H
SOUN2K	0374H	0374H
MUSIK	08EEH	04EEH
MONMUS	08EAH	04EAH
DISP3	0983H	0583H
DISP4	0989H	0589H

Laden der Speicherzelle 2342H bei Verwendung von

Registeranzeige	0A	06
Stepfunktion	0B	07

Tabelle Tastenwertigkeit

Wertigkeit	Taste	Wertigkeit	Taste
0H	0	CH	C
1H	1	DH	D
2H	2	EH	E
3H	3	FH	F
4H	4	10H	+
5H	5	11H	-
6H	6	12H	EX
7H	7	14H	DAT
8H	8	19H	ADR
9H	9	1EH	ST
AH	A	1FH	LD
BH	B		





veb mikroelektronik »karl marx« erfurt
stammbetrieb

DDR-5010 Erfurt, Rudolfstraße 47 Telefon: 5 80, Telex: 061 306

elektronik export-import

Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik
DDR - 1026 Berlin, Alexanderplatz 6
Telex: BLN 114721 elei, Telefon: 2180